

7. Вызначыце масу раствору з масавай доляй сернай кіслаты, роўнай 20 %, неабходнага для нейтралізацыі раствору гідраксіду натрыю масай 200 г, у якім масавая доля гідраксіду натрыю складае 0,1.
8. Складзіце максімальна магчымы лік ураўненняў рэакцый паміж іонамі Cu^{2+} , Fe^{3+} , OH^- , S^{2-} , H^+ , SO_4^{2-} , Ba^{2+} . Да трох з іх падбярыце малекулярныя ўраўненні рэакцый.
9. У раствору гідраксіду натрыю хімічная колькасць катыёнаў роўна 0,2 моль. Да раствору прылівалі серную кіслату да яго поўнай нейтралізацыі. Разлічыце масу солі, якая пры гэтым утварылася.
10. Гідраксід жалеза(III) масай 267,5 г растварылі ў азотнай кіслаце. Разлічыце масу солі, якая пры гэтым утварылася, і хімічную колькасць іонаў жалеза(III) у атрыманым раствору.

Рыхтуемса да алімпіяд

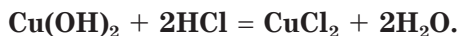
Разлічыце, ці хопіць раствору карбанату натрыю масай 220 г з масавай доляй солі, роўнай 30 %, для поўнага асаджэння іонаў кальцыю з раствору масай 200 г, у якім масавая доля хларыду кальцыю складае 25 %. Чаму будзе роўна маса асадку, які ўтворацца ў выніку асаджэння?

§ 13. Разлікі па ўраўненнях хімічных рэакцый, якія працякаюць у растворах электралітаў

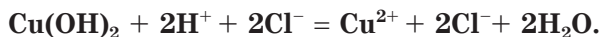
Як вы ўжо ведаеце, рэакцыі з удзелам электралітаў ажыццяўляюцца за кошт узаемадзеяння іонаў, якія змяшчаюцца ў іх растворах. У такіх рэакцыях могуць удзельнічаць таксама слабадысацыіруючыя і маларастваральныя рэчывы і неэлектраліты, напрыклад аксіды. Пры напісанні іонных ураўненняў рэакцый формулы такіх рэчываў запісваюцца ў малекулярным выглядзе. Паслядоўнасць дзеянняў разгледзім на пэўных прыкладах.

Прыклад 1. *Узаемадзеянне гідраксіду медзі(II) з саяняй кіслатой.*

а) Запісваем малекулярнае ўраўненне рэакцыі:

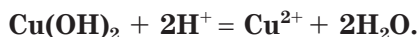


б) Складаем поўнае іоннае ўраўненне. Для гэтага вызначаем, якія рэчывы з'яўляюцца моцнымі электралітамі (HCl і CuCl_2), і запісваем іх формулы ў іонным выглядзе. Маларастваральныя і слабадысацыіруючыя рэчывы ($\text{Cu}(\text{OH})_2$ і H_2O) запісваем у малекулярным выглядзе:



Звярніце ўвагу, што каэфіцыенты, якія стаяць перад формуламі рэчываў у малекулярным ураўненні, улічваюцца і ў поўным іонным ураўненні.

в) Запісваем скарачанае іоннае ўраўненне. Для гэтага з левай і правай частак поўнага іоннага ўраўнення выдаляем (выкрэсліваем) іоны, якія не ўдзельнічаюць у хімічнай рэакцыі (СІ):



Аналізуем скарачанае іоннае ўраўненне і робім вывад, што дадзеная рэакцыя працякае за кошт узаемадзеяння іонаў вадароду з асадкам гідраксіду медзі(II) з утварэннем іонаў медзі(II) і вады.

На аснове ўраўненняў рэакцый, якія праходзяць у растворах электралітаў, можна праводзіць розныя колькасныя разлікі.

Прыклад разліку. Ці хопіць іонаў вадароду, якія змяшчаюцца ў растворы хлоравадароднай кіслаты масай 152 г з масавай доляй HCl, роўнай 12 %, для поўнага растварэння асадку гідраксіду медзі(II) масай 19,6 г?

Р а ш ь н ь н ь е

1. Вызначым хімічную колькасць гідраксіду медзі(II):

$$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Cu}(\text{OH})_2)}{M(\text{Cu}(\text{OH})_2)} = \frac{19,6 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}.$$

2. Разлічым масу хлоравадароднай кіслаты ў растворы:

$$m(\text{HCl}) = m(\text{р-ру}) \cdot w(\text{HCl}) = 152 \text{ г} \cdot 0,12 = 18,24 \text{ г}.$$

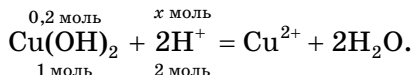
3. Знайдзем хімічную колькасць HCl і, адпаведна, хімічную колькасць іонаў вадароду ў растворы:

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{18,24 \text{ г}}{36,5 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}.$$

Паколькі з 1 моль HCl у выніку дысацыяцыі ўтвараецца 1 моль іонаў вадароду, значыць, з 0,5 моль HCl утвараецца 0,5 моль іонаў вадароду, г. зн.

$$n(\text{H}^+) = 0,5 \text{ моль}.$$

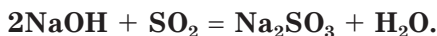
4. Па скарачаным іонным ураўненні складзём прапорцыю і вызначым, якая хімічная колькасць іонаў спатрэбіцца для рэакцыі з $\text{Cu}(\text{OH})_2$ хімічнай колькасцю 0,2 моль:



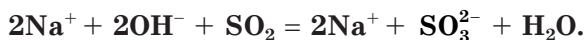
Адсюль атрымаем, што $x = 0,4$ моль іонаў вадароду — столькі спатрэбіцца для рэакцыі. Паколькі ў раствору маецца 0,5 моль іонаў H^+ , гэтай іх хімічнай колькасці будзе дастаткова для растварэння асадку.

Прыклад 2. *Узаемадзеянне раствору гідраксиду натрыю з газападобным аксідам серы(IV) SO_2 .*

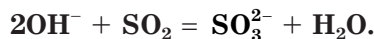
а) Запісваем малекулярнае ўраўненне рэакцыі:



б) Складаем поўнае іоннае ўраўненне рэакцыі. Для гэтага вызначаем, якія рэчывы з'яўляюцца моцнымі электралітамі ($NaOH$ і Na_2SO_3), і запісваем іх формулы ў іонным выглядзе. Формулу газападобнага SO_2 і вады H_2O запісваем у малекулярным выглядзе:



в) Запісваем скарачанае іоннае ўраўненне:



З аналізу скарачанага іоннага ўраўнення робіцца вывад, што дадзеная рэакцыя працякае за кошт узаемадзеяння гідраксід-іонаў OH^- з малекуламі SO_2 з утварэннем сульфіт-іонаў SO_3^{2-} і вады.

Прыклад разліку. Які аб'ём (дм³, н. у.) аксіду серы(IV) спатрэбіцца для рэакцыі з гідраксід-іонамі, што змяшчаюцца ў раствору гідраксиду натрыю масай 180 г з масавай доляй шчолачы, роўнай 0,1?

Рашэнне

1. Разлічым масу гідраксиду натрыю ў раствору:

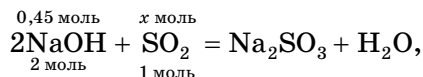
$$m(NaOH) = m(p-ry) \cdot w(NaOH) = 180 \text{ г} \cdot 0,1 = 18 \text{ г}.$$

2. Вызначым хімічную колькасць гідраксиду натрыю ў раствору:

$$n(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{18 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,45 \text{ моль}.$$

Адпаведна, хімічная колькасць гідраксід-іонаў у раствору таксама роўна 0,45 моль. Паколькі з 1 моль $NaOH$ у выніку дысацыяцыі ўтворацца 1 моль гідраксід-іонаў, $n(OH^-) = 0,45$ моль.

3. Па малекулярным (або скарачаным іонным) ураўненні складзём прапорцыю і вылічым, якая хімічная колькасць SO_2 спатрэбіцца для рэакцыі з $NaOH$ хімічнай колькасцю 0,45 моль:



адсюль $x = 0,225$ моль SO_2 .

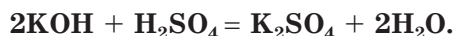
4. Знойдзем аб'ём аксіду серы(IV):

$$V(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot V_m = 0,225 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль} = 5,04 \text{ дм}^3.$$

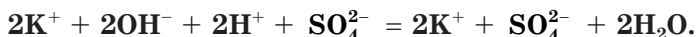
У выніку рэакцый іоннага абмену паміж кіслотамі і асновамі ў растворах утвараюцца солі і вада. Пры *поўнай нейтралізацыі* кіслата і шчолач расходуюцца цалкам з утварэннем нейтральнага раствору. Калі ж кіслата бярэцца ў недахопе ў адносінах да шчолачы (ці наадварот), адбываецца няпоўная нейтралізацыя.

Прыклад 3. *Узаемадзеянне раствору гідраксіду калію з раствором сернай кіслаты.*

а) Складаем малекулярнае ўраўненне рэакцыі:



б) Запісваем поўнае іоннае ўраўненне рэакцыі. Паколькі ў дадзенай рэакцыі моцнымі электралітамі з'яўляюцца KOH , H_2SO_4 і K_2SO_4 , поўнае іоннае ўраўненне мае выгляд:



в) Запісваем скарачанае іоннае ўраўненне:



Прыклад разліку. Да раствору масай 200 г з масавай доляй сернай кіслаты, роўнай 4,9 %, дабавілі раствор масай 400 г з масавай доляй гідраксіду калію, роўнай 0,056. Якая афарбоўка індыкатару лакмусу ў раствору пасля рэакцыі?

Р а ш э н н е

1. Разлічым масы рэчываў у зыходных растворах:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{р-ру}) \cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 \text{ г} \cdot 0,049 = 9,8 \text{ г};$$

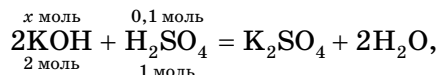
$$m(\text{KOH}) = m(\text{р-ру}) \cdot w(\text{KOH}) = 400 \text{ г} \cdot 0,056 = 22,4 \text{ г}.$$

2. Вызначым хімічныя колькасці рэчываў:

$$n(\text{KOH}) = \frac{22,4 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{9,8 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}.$$

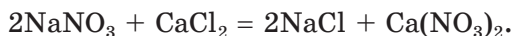
3. На аснове малекулярнага ўраўнення рэакцыі вызначым хімічную колькасць гідраксіду калію, неабходнага для поўнай нейтралізацыі сернай кіслаты ў раствору:



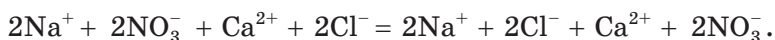
адкуль атрымаем: $x = 0,2$ моль KOH .

4. Паколькі знойдзеная хімічная колькасць KOH (0,2 моль) меншая за тую, якая змяшчалася ў зыходным раствору (0,4 моль), шчолач была ўзята ў лішку, і асяроддзе атрыманага раствору шчолачнае. У такім раствору лакмус афарбоўваецца ў сіні колер.

У некаторых выпадках пры змешванні раствораў двух моцных электралітаў хімічныя рэакцыі не адбываюцца. Змяшаем, напрыклад, раствору нітрату натрыю і хларыду кальцыю. Складзём малекулярнае ўраўненне магчымай рэакцыі абмену:



Вызначым, якія іоны знаходзяцца ў атрыманым раствору, запісаўшы поўнае іоннае ўраўненне:



Відавочна, што ў дадзеным выпадку іоны адзін з адным не злучаюцца і ніякіх змяненняў у раствору не адбываецца. Такім чынам, рэакцыя проста не ідзе, а ў раствору ўтрымліваюцца іоны чатырох відаў.



Пытанні і заданні

1. Па якіх прыметах можна вызначыць, што рэакцыя іоннага абмену працякае да канца?
2. Ці могуць адначасова ў водным раствору ў свабодным выглядзе знаходзіцца іоны Na^+ і SO_4^{2-} ; Ba^{2+} і Cl^- ; Cu^{2+} і S^{2-} ; H^+ і OH^- ?
3. Вылічыце масу асадку, які ўтварыўся пры змешванні лішку раствору хларыду барыю з раствором сернай кіслаты, у якім яе хімічная колькасць роўна 1,2 моль.
4. У кіслыя глебы, як вядома, дабаўляюць даламіт ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) або вапняк (CaCO_3), каб зрабіць іх нейтральнымі. Складзіце скарачанае іоннае ўраўненне рэакцыі вапняку з іонамі, якія абумоўліваюць павышаную кіслотнасць глеб.
5. Прывядзіце прыклады рэакцый з удзелам электралітаў, у выніку якіх утвараюцца газы CO_2 , H_2S .
6. Вылічыце масу карбанату натрыю, якая неабходна для асаджэння ўсіх іонаў кальцыю з раствору масай 260 г з масавай доляй нітрату кальцыю, роўнай 0,1.
7. У страўніку чалавека для ператраўлівання ежы выпрацоўваецца хлоравадародная кіслата. Пры павышанай кіслотнасці страўнікавага соку ўзнікаюць непрыемныя адчужэнні — пякотка. З рэчываў і прадуктаў харчавання — малако, мел (CaCO_3), пітная сода, цукар, воцат — выберыце тыя, якія будуць спрыяць паслабленню пякоткі.

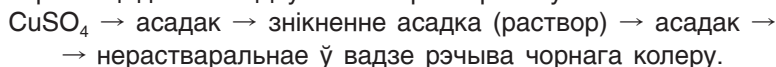
8. Да раствору масай 200 г з масавай доляй азотнай кіслаты, роўнай 6,3 %, дабавілі раствор масай 200 г, у якім масавая доля гідраксиду натрыю складала 0,04. У які колер афарбуецца лакмус у атрыманым раствору?

Рыхтуемса да алімпіяд

1. Ці будзе валодаць электраправоднасцю раствор, атрыманы ў выніку змешвання раствору масай 200 г з масавай доляй гідраксиду барыю, роўнай 0,171, з раствором такой жа масы, у якім масавая доля сернай кіслаты складае 9,8 %? На колькі паменшыцца сумарная маса раствору пасля рэакцыі?

2. Вылічыце хімічную колькасць іонаў алюмінію Al^{3+} у раствору аб'ёмам 3 дм³ з малярнай канцэнтрацыяй сульфату алюмінію, роўнай 0,6 моль/дм³.

3. Маецца раствор солі сульфату медзі(II). Складзіце ўраўненні рэакцый, якія неабходна правесці для ажыццяўлення ператварэнняў:



Дамашні эксперымент

У склад яечнай шалупайкі ўваходзіць нерастваральны ў вадзе карбонат кальцыю $CaCO_3$.

Даследуйце, ці можна выдаліць яечную шалупайку, не разбіваючы яе. Для гэтага наліце паўшклянкі раствору воцатнай кіслаты (сталовага воцату — раствору з масавай доляй кіслаты 9 %). Асцярожна апусціце ў шклянку курынае яйка. Праз 1—2 г паглядзіце, ці засталася шалупайка цэлай. Падумайце, якімі кіслотамі можна замяніць воцатную кіслату. Складзіце малекулярнае, поўнае іоннае і скарачанае іоннае ўраўненні рэакцыі адной з гэтых кіслот з карбанатам кальцыю.

Практычная работа 1

Рэакцыі іоннага абмену паміж растворамі электралітаў

Мэта: замацаваць веды пра рэакцыі іоннага абмену, умовы і прыметы іх працякання. Развіваць уменні праводзіць хімічны эксперымент і аналізаваць яго вынікі.

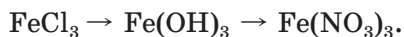
Варыянт 1

1. Вызначыце магчымасць працякання хімічных рэакцый паміж растворамі электралітаў:

- карбанату натрыю і хлоравадароднай кіслаты;
- сульфату медзі(II) і гідраксиду натрыю;
- хларыду натрыю і сернай кіслаты.

2. Вам выдадзены раствор сульфату натрыю. Падбярэце рэактыў, які можа рэагаваць з ім з утварэннем асадку.

3. Правядзіце рэакцыі, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні:



Ураўненні ўсіх магчымых рэакцый запішыце ў малекулярным, поўным іонным і скарачаным іонным выглядзе.

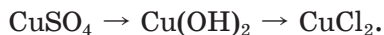
Варыянт 2

1. Вызначыце магчымасць працякання хімічных рэакцый паміж растворамі электралітаў:

- карбанату калію і сернай кіслаты;
- нітрату натрыю і хлоравадароднай кіслаты;
- сульфату магнію і гідраксиду натрыю.

2. Вам выдадзены раствор карбанату натрыю. Падбярэце рэактыў, які можа рэагаваць з ім з утварэннем асадку.

3. Правядзіце рэакцыі, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні:



Ураўненні ўсіх магчымых рэакцый запішыце ў малекулярным, поўным іонным і скарачаным іонным выглядзе.